

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-146369

(43)Date of publication of application : 07.06.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/11

(21)Application number : 06-284677

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.11.1994

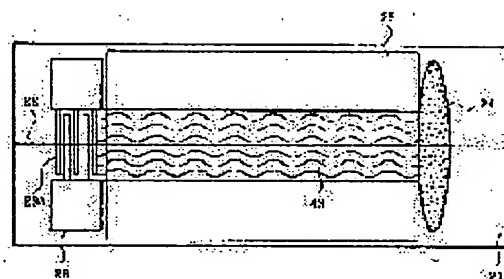
(72)Inventor : HOSOI TORU

## (54) ACOUSTO-OPTIC FILTER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the filter comparatively small in size and capable of sufficiently suppressing the side lobes.

CONSTITUTION: In this filter, a titanium diffused light waveguide 22, reed-screenlike elastic surface wave excitation electrodes 23 and an acoustic wave absorber 24 are arranged on a lithium niobate substrate 21 and a rectangular interaction region 25 is formed in a space between the electrodes 23 and the absorber 24. In this region 25, silicon membranes each having a  $\leq 1,000\mu\text{m}$  thickness are formed and the surface resistance of each of the membranes is set at a desired value so as to provide 1.3dB/cm of the attenuation constant ( $\alpha$ ) of an elastic surface wave by subjecting the membranes to annealing treatment for a prescribed period of time. Thus, the side lobes are sufficiently suppressed are therefore, the need of adopting a filter structure in which the electrodes 23 are connected in tandem can normally be eliminated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.11.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.05.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-146369

(43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 F 1/11

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-284677

(22) 出願日 平成6年(1994)11月18日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 細井 亨

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

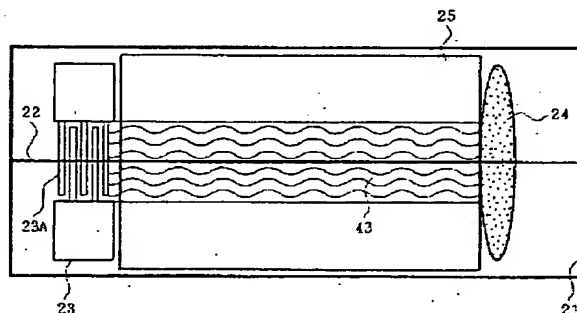
(74) 代理人 弁理士 山内 梅雄

(54) 【発明の名称】 音響光学フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 比較的小型のサイズでサイドローブを十分抑制することのできる音響光学フィルタを得ること。

【構成】 ニオブ酸リチウム基板21の表面にはチタン拡散光導波路22と簾状の弾性表面波励振電極23と音波吸収体24が配置されており、弾性表面波励振電極23と音波吸収体24の間の空間には、矩形状の相互作用領域25が形成されている。この領域には1000 $\mu$ m以下の厚さのシリコン薄膜が形成されており、所定の時間アニール処理を行うことで弾性表面波の減衰定数 $\alpha$ が1.3dB/cmとなるような所望の面抵抗値に設定されている。これにより、サイドローブが十分抑制されるので、弾性表面波励振電極をタンデムに接続する構造を採ることは通常不要となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一直線偏光を伝搬させる光導波路と、この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波発生手段と、

この弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させ前記光導波路を伝搬する前記単一直線偏光の特定波長成分をこれと直交する直線偏光に変換する相互作用領域とを具備することを特徴とする音響光学フィルタ。

【請求項2】 基板と、

この基板上に作製され単一直線偏光を伝搬させるチャネル型の光導波路と、

この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波発生手段と、

この弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させ前記光導波路を伝搬する前記単一直線偏光の特定波長成分をこれと直交する直線偏光に変換する相互作用領域とを具備することを特徴とする音響光学フィルタ。

【請求項3】 基板と、

この基板上に作製され単一直線偏光を伝搬させるチャネル型の光導波路と、

この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波励振電極と、

この弾性表面波励振電極の発生した弾性表面波の伝搬する領域の前記基板上に形成され前記偏光に対して損失が少なく前記弾性表面波に対して所定の伝搬損失値を有すると共に放熱特性の良好な薄膜層とを具備することを特徴とする音響光学フィルタ。

【請求項4】 前記相互作用領域は、減衰定数が1.3 d B / c m 付近の弾性表面波の伝搬損失値を有していることを特徴とする請求項1または請求項2記載の音響光学フィルタ。

【請求項5】 前記相互作用領域は、シリコンの薄膜を基板上に形成して成ることを特徴とする請求項1または請求項2記載の音響光学フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は例えば光通信や光交換システムに使用される光波長フィルタとしての音響光学フィルタに係わり、詳細にはコリニア結合による音響光学効果を用いた音響光学フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】音響光学効果を用いた光波長フィルタは、高速動作が可能であると共に、同調可変幅が大きく選択チャネル数を数多くとることができ、また複数の波長を同時に選択することができる等の特徴をもっている。

【0003】図4は、従来の音響光学フィルタの一例を表わしたものである。この音響光学フィルタは、エレク

トロニクスレータ第25巻6号第398～第399ページ(ELECTRONICS LETTER Vol.25 No.6 ,pp398-399,1989)に記載されているものである。この音響光学フィルタのニオブ酸リチウム基板11の表面には1本のチタン拡散光導波路12が作製されており、第1および第2の弾性表面波励振電極13、13、が間隔を置いて装荷されている。また、これらの間で、チタン拡散光導波路12のほぼ中央位置には、Zカットのニオブ酸リチウムウエハ片からなるTM偏光検出素子14が配置されている。チタン拡散光導波路12の図で左端からはニオブ酸リチウム基板11に対して水平な電界成分を有する直線偏光(以後TE偏光と呼ぶ。)が入力されるようになっている。

【0004】この入力端近傍と第1の弾性表面波励振電極13、との間と、TM偏光検出素子14の両側近傍および出力端近傍には、それぞれ音波吸収体15、15、が配置されている。この音響光学フィルタでは、第1の弾性表面波励振電極13、と音波吸収体15、の間の領域が第1の相互作用領域16、を構成し、第2の弾性表面波励振電極13、と音波吸収体15、の間の領域が第2の相互作用領域16、を構成している。ただし、これらの領域16、16、はニオブ酸リチウム基板11の表面にチタン拡散光導波路12が作製されたそのまゝの状態となっており、特別にこれらの表面が加工あるいは処理されているものではない。直線偏光と弾性表面波が相互作用を行う領域であるので、便宜上このように呼ばれている。

【0005】以上のような構成のこの音響光学フィルタでは、第1および第2の弾性表面波励振電極13、13、により励振された弾性表面波によって、チタン拡散光導波路12に周期的な屈折率の変化が発生する。チタン拡散光導波路12の入力端には、前記したように励起されたTE偏光が入力される。第1の相互作用領域16、では、このTE偏光の中で、チタン拡散光導波路12の周期的な屈折率変化により位相整合条件が満たされる特定の波長が、ニオブ酸リチウム基板11に対して垂直な電界成分を有する直線偏光(以下これをTM偏光と呼ぶ。)に変換される。

【0006】このTM偏光は、チタン拡散光導波路12のほぼ中央位置に配置されたTM偏光検出素子14を透過するが、TE偏光の方は放射される。これにより特定波長の選択が行われることになる。この後で、第2の弾性表面波励振電極13、によって、第2の相互作用領域16、で特定の光波長のTM偏光がTE偏光に変換される。このように2段階の偏光変換によって、フィルタ特性における不要な周波数成分としてのサイドローブの低減が図られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】音響光学フィルタは、弾性波と光波の相互作用を利用して所定のフィルタ特性

を実現している。音波と光波の結合係数が一様である従来の音響光学フィルタでは、フィルタ特性におけるサイドロープ抑圧比は理論的に約-9 dBとなり、これ以上の低サイドロープ化を図ることができない。図4に示した従来の音響光学フィルタでは、第1および第2の弾性表面波励振電極13、13をタンデムに接続する構造をとることで更なる低サイドロープ化を達成している。しかしながら、このように二重化された構造を採用しているために、素子が大型化してしまうばかりでなく、消費電力が増加する等の問題が発生した。

【0008】そこで本発明の目的は、比較的小型のサイズでサイドロープを十分抑制することのできる音響光学フィルタを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)単一直線偏光を伝搬させる光導波路と、(ロ)この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波発生手段と、(ハ)この弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させ光導波路を伝搬する単一直線偏光の特定波長成分をこれと直交する直線偏光に変換する相互作用領域とを音響光学フィルタに具備させる。

【0010】すなわち請求項1記載の発明では、弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させた相互作用領域を用いて、サイドロープを効果的に抑制することで、弾性表面波励振電極をタンデムに接続しなくても十分なフィルタ特性を実現できるようにして、音響光学フィルタのサイズの小型化を達成している。

【0011】請求項2記載の発明では、(イ)基板と、(ロ)この基板上に作製され単一直線偏光を伝搬させるチャネル型の光導波路と、(ハ)この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波発生手段と、(ニ)この弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させ光導波路を伝搬する単一直線偏光の特定波長成分をこれと直交する直線偏光に変換する相互作用領域とを音響光学フィルタに具備させる。

【0012】すなわち請求項2記載の発明では、ニオブ酸リチウム等の基板上にチャネル型の光導波路を形成すると共に、弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させる相互作用領域を用いて光導波路を伝搬する単一直線偏光の特定波長成分をこれと直交する直線偏光に変換すると共に、サイドロープをより効果的に抑圧することによって、弾性表面波励振電極をタンデムに接続しなくても十分なフィルタ特性を実現できるようにして、音響光学フィルタのサイズの小型化を達成している。

【0013】請求項3記載の発明では、(イ)基板と、

(ロ)この基板上に作製され単一直線偏光を伝搬させる

チャネル型の光導波路と、(ハ)この光導波路上に装荷され弾性表面波を発生させる弾性表面波励振電極と、

(ニ)この弾性表面波励振電極の発生した弾性表面波の伝搬する領域の基板上に形成され偏光に対して損失が少なく弾性表面波に対して所定の伝搬損失値を有すると共に放熱特性の良好な薄膜層とを音響光学フィルタに具備させる。

【0014】すなわち請求項3記載の発明では、基板上に形成される薄膜層を偏光に対して損失が少なく弾性表面波に対して所定の伝搬損失値を有すると共に放熱特性の良好なものとして、サイドロープの抑圧と併せて基板の発生する熱を効率的に放熱することにした。

【0015】請求項4記載の発明では、請求項1または請求項2記載の音響光学フィルタにおける相互作用領域は、減衰定数が1.3 dB/cm付近の弾性表面波の伝搬損失値を有していることを特徴としている。これにより、サイドロープの抑圧を最も効果的に行うことができる。

【0016】請求項5記載の発明では、請求項1または請求項2記載の音響光学フィルタにおける相互作用領域は、シリコンの薄膜を基板上に形成して成ることを特徴としている。これにより、アニール処理等で減衰定数の設定が容易になる。

【0017】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0018】図1は本発明の一実施例における音響光学フィルタの構成を表わしたものである。この音響光学フィルタは、XカットY軸伝搬ニオブ酸リチウム基板21の表面に1本の単一モードチタン拡散光導波路22が配置されている。これは、幅6~10 μmで膜厚が600~1400オングストロームのチタンストライプをニオブ酸リチウム基板21の表面に例えば蒸着で形成し、これを950~1100°Cで熱拡散を行うことで作製される。

【0019】チタン拡散光導波路22は図で左端が直線偏光の入力端であり、これから所定の間隔を置いて簾状の弾性表面波励振電極23が配置されている。弾性表面波励振電極23は、ニオブ酸リチウム基板21の表面にフォトリソグラフィ法を用いて、電極指23Aの配置される周期(同一の電極に接続された電極指23Aのピッチ)を10~50 μmの範囲で設定したものである。電極指23Aの配置される周期は、透過させる直線偏光の波長に応じて設定される。

【0020】チタン拡散光導波路22の図で右端近傍には音波吸収体24が配置されている。更に、弾性表面波励振電極23と音波吸収体24の間の空間には、矩形状の相互作用領域25が形成されている。図4に示した従来の相互作用領域16、16と異なり、本実施例の相互作用領域25はニオブ酸リチウム基板21およびチタン拡散光導波路22が、1000 μm以下の所定の厚

さのシリコンの薄膜によって一様に覆われており、更に 100~300°C の温度で 0.5~2 時間アニール処理を行うことで所望の面抵抗値に設定されている。

【0021】ところで、本実施例の相互作用領域 25 には例えば蒸着によってシリコンの薄膜が形成されている。このようにシリコンの薄膜を形成することで相互作用領域 25 を伝搬する弾性表面波に伝搬損失が発生し、弾性表面波と光波との結合係数は弾性表面波の伝搬方向に沿って指数的に減少する。本実施例の音響光学フィルタでは、このように弾性表面波と光波の結合係数の重み付けを適切に行うことで、フィルタ特性において更なる低サイドロープ化を図っている。

【0022】図 2 は、相互作用領域の減衰定数  $\alpha$  を各種設定した際の波長に対する透過出力の変化を表わしたものである。図で 2 点鎖線 31 は理論的な限界値を示しており、破線は減衰定数  $\alpha$  が “0” の場合としての従来の特性を表わしている。1 点鎖線で示した減衰定数  $\alpha$  が “0.5” の場合や実線で示した減衰定数  $\alpha$  が “1.3” の場合から了解されるように、一般にシリコンの薄膜が厚くなって減衰定数  $\alpha$  が増加する程、図 2 におけるサイドロープとしての 2 つのピーク 33、34 がより抑圧されていることが分かる。

【0023】図 3 は、サイドロープと減衰定数  $\alpha$  との関係を表わしたものである。図 2 で説明したように減衰定数  $\alpha$  を 0 dB/cm から次第に増加させていくと、特性曲線 41 で示すようにサイドロープのレベルは次第に減少していくが、1.3 dB/cm の近傍で最小となり、これ以後は増加に転じる。したがって、減衰定数  $\alpha$  は理論的に 1.3 dB/cm の近傍でサイドロープを最も抑圧することができることになる。なお、図で直線 42 は従来と同様に弾性表面波と光波を結合させた場合の限界値を示したものである。

【0024】このように減衰定数  $\alpha$  を理想的な 1.3 dB/cm の近傍に設定するために、本実施例では相互作用領域 25 に 1000  $\mu$ m 以下の厚さのシリコンの薄膜を形成した後、アニール処理の時間を調整することになっている。アニール処理によって面抵抗値を調整することができるが、この面抵抗値と弾性表面波の伝送損失値を表わした減衰定数  $\alpha$  とが相関関係をもっているからである。もちろん、シリコンの薄膜の形成過程で減衰定数  $\alpha$  の変化をチェックし、所望の厚さに設定することで以後のアニール処理を省略することもできる。

【0025】このような構成の本実施例の音響光学フィルタでは、図 1 に示す弾性表面波励振電極 23 を用いて所定の弾性表面波を発生させた状態でチタン拡散光導波路 22 の入力端から直線偏光を入力する。空間的に分布した弾性表面波の伝送損失値を有する相互作用領域 25 では、弾性表面波 43 の伝搬方向にエネルギー密度の強度分布を発生させ、弾性表面波 43 と光波に適切な重み付けをもつ結合を設定するので、従来の理論的な上限値を

越える最大のサイドロープ抑圧効果を得ることができ、必要とする波長成分の光波を得ることができる。

【0026】なお、実施例では相互作用領域 25 を弾性表面波 43 の伝搬する領域よりも幅広く設定したが、この比較的表面積の大きなシリコン薄膜により、ニオブ酸リチウム基板 21 上で発生する熱を良好に放熱させることができる。音響光学フィルタによっては、シリコン薄膜の形成される領域を弾性表面波 43 の伝搬する領域に限定することも自由である。

【0027】また、実施例では音響光学フィルタをニオブ酸リチウム基板 21 を用いて形成したが、他の基板を使用することも可能である。更に、相互作用領域 25 にはシリコン薄膜を形成したが、光波の損失が少なく音波に対して所望の減衰定数  $\alpha$  を設定することができるものであれば、これに限るものではない。一例を挙げれば、液晶ディスプレイなどに用いられる導電性透明薄膜 (ITO) も同様に本発明に適用することができる。

【0028】更に実施例では図 4 に示したように弾性表面波励振電極をタンデムに接続する構造を採らずに十分なフィルタ特性を実現したが、更にサイドロープ抑圧効果を得る必要がある場合には、このようなタンデム構造をとってもよいことはもちろんである。

【0029】また、実施例ではチャネル型光導波路を用いた音響光学フィルタについて説明したが、スラブ型の光導波路を用いた音響光学フィルタについても本発明を適用することができることは当然である。更に実施例ではニオブ酸リチウム基板 21 に検光素子を配置しなかったが、図 4 の従来の技術と同様にこれを同一の基板に配置してもよいことはもちろんである。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように請求項 1~請求項 5 記載の発明によれば、弾性表面波発生手段の発生した弾性表面波の伝搬損失値を空間的に分布させた相互作用領域を用いて、サイドロープを効果的に抑制することにしたので、弾性表面波励振電極をタンデムに接続する構造を採らなくても、信号対雑音比の良好な小サイズで省電力の音響光学フィルタを実現することができる。

【0031】また、請求項 3 記載の発明によれば、偏光に対して損失が少なく弾性表面波に対して所定の伝搬損失値を有すると共にシリコン等の放熱特性の良好な薄膜層を基板上に形成したので、サイドロープの抑圧と併せて基板の発生する熱を効率的に放熱させることができ、安定に動作させることができる。

【0032】更に請求項 5 記載の発明によれば、シリコンの薄膜を基板上に形成して相互作用領域を構成したので、アニール処理等で減衰定数の設定が容易になるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例における音響光学フィルタの構成を表わした平面図である。

【図2】本実施例の音響光学フィルタで相互作用領域の減衰定数 $\alpha$ を各種設定した際の特性を示した特性図である。

【図3】本実施例の音響光学フィルタでサイドローブと減衰定数 $\alpha$ との関係を表わした特性図である。

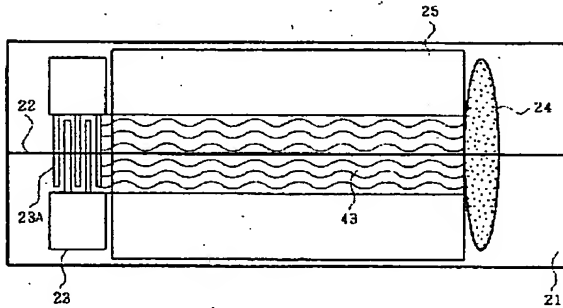
【図4】従来提案された音響光学フィルタの一例を表わした斜視図である。

【符号の説明】

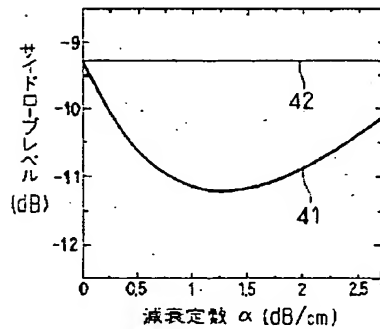
\*

- \* 21 ニオブ酸リチウム基板
- 22 チタン拡散光導波路
- 23 弾性表面波励振電極
- 24 音波吸収体
- 25 相互作用領域
- 41 特性曲線
- 43 弾性表面波

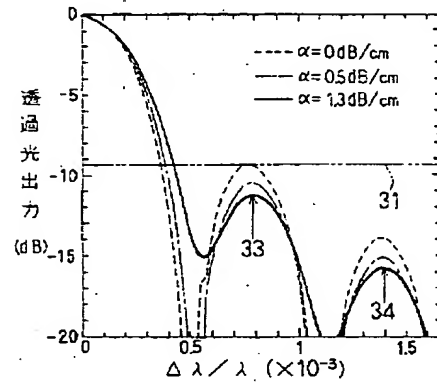
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

